

# NUEVOS PROCESOS DE DISEÑO DIGITALES: PIEL INTELIGENTE

María Celeste Ibarrola  
Facultad de Arquitectura Urbanismo y Diseño  
Universidad Nacional de Córdoba  
Argentina.  
mcele@hotmail.com

Sabrina Klor  
Facultad de Arquitectura Urbanismo y Diseño  
Universidad Nacional de Córdoba  
Argentina.  
kgsabrina@hotmail.com

Vanesa Soledad Iozzo  
Facultad de Arquitectura Urbanismo y Diseño  
Universidad Nacional de Córdoba  
Argentina.  
sole\_vane@hotmail.com

## Abstract

### *New processes of digital design: intelligent skin*

*The project consists of the generation of a bioclimatic architectonic skin that acts like a living creature, responding in real time to environmental conditions, allowing a greater inner comfort by means of the regulation of factors like temperature, radiation, humidity and illumination. It starts with the study of a vegetal epidermis (interface between the environment and the alive organism), transposing this information on the behavior of a living creature front to environmental factors, creating an architectonic skin that acts in the same way. Environmental data are incorporated soon in the computer and will be the digital tool the one in charge of interpolating such, generating a non predictable result. A project of these characteristics is inserted in diverse fields within the new architectonic tendencies: the intelligent architecture, of data, biomimetic, sustainable and bioclimatic*

## 1. Introducción

La presente constituye una tesis de investigación sobre nuevos procesos de diseño digitales para la obtención del título de grado de la carrera Arquitectura, de la Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

Encaramos este desafío asumiendo que el investigar tiene que ver con inventar uno mismo las herramientas y los procesos con los que abordar los problemas.

El proyecto consiste en la generación de una piel arquitectónica bioclimática que actúe como un ser vivo respondiendo en tiempo real a condiciones ambientales, permitiendo un mayor confort interior mediante la regulación de factores como temperatura, radiación y humedad.

Un proyecto de estas características se inserta en diversos campos dentro de las nuevas tendencias arquitectónicas: la arquitectura inteligente, de datos, biomimética, bioclimática y sustentable.

Se trata de un tipo de arquitectura que actúa como un ser vivo, de manera diferente según donde esté situada. Una misma tecnología se adapta al medio por lo tanto cambia al ser trasladada, generando siempre resultados óptimos

en su interior. Esto significa un avance tecnológico de tal medida que permita prescindir de medios mecánicos que erosionan el medioambiente, para lograr condiciones de confort en los espacios interiores.

## 2. La investigación dentro del campo

“La gran libertad de experimentación en el campo de los procesos generativos de la forma es uno de los aspectos más relevantes de este panorama de comienzos del siglo XXI.”  
(Sustersic, P. 2002)

La Tecnología de la Información se ha establecido como el paradigma central de una nueva fase de la arquitectura. La red, los sistemas de información para el diseño y planeamiento de edificios, los materiales de construcción e incluso los métodos mismos están cambiando la esencia de la arquitectura.

En las últimas décadas, los procesos de diseño comienzan a ser encarados con nuevas técnicas de representación digitales. Los edificios y espacios concebidos mediante el uso de la nueva sensibilidad digital no solo están

“diseñados y construidos por medios informáticos sino que también apuntan a ser signos importantes para identificar las líneas de orientación contemporáneas, la nueva fase de la información en la arquitectura” (Saggio, A. 2002)

Cuando en 1997 se inauguró el Museo Guggenheim de Bilbao, de Frank O. Gehry, la historia de la arquitectura entró en una nueva etapa. Era el primer arquitecto que, mediante la utilización de las tecnologías digitales, había hecho posible la concepción de un edificio formalmente complejo cuya construcción, de haber carecido de la tecnología adecuada, habría sido difícilísima, o incluso, imposible. La informática en la arquitectura puede ser considerada de dos maneras diferentes:

1. Como medio para construir ideas ya preconcebidas por el arquitecto, como por ejemplo el trabajo realizado por Frank O. Gehry, o Zaha Hadid. (Dahmen-Ingenhoven, R)
2. Como proceso de diseño, para generar formas que aún no están preconcebidas sino que son producto de la respuesta informática, por ejemplo el trabajo que realiza Marcos Novak, Greg Lynn, Oosterius. (Zellner, P)

Dentro de éste último, podemos considerar dos tipos de arquitectura

- Aquella que permanece estática
- Aquella que es dinámica, que muta en tiempo real.

### 3. Objetivos

- Generación de un nuevo proceso de diseño digital que utilice las herramientas informáticas para dar respuestas e imágenes arquitectónicas no preconcebidas
- Aprender e imitar los incontables ejemplos que la naturaleza nos ofrece sobre cómo revolucionar nuestros productos, nuestros procesos y nuestras vidas, generando una arquitectura que construya con la naturaleza y no desde la explotación irracional de

la misma. (Benyus, J.M.)

- Responder a condicionantes reales propios de un tiempo y espacio determinados en una arquitectura no atemporal, que se nutra de herramientas o conceptos globales para dar respuestas locales
- Lograr un mayor confort interior sin necesidad de medios mecánicos (aire acondicionado, calefacción) que contaminan el ambiente.

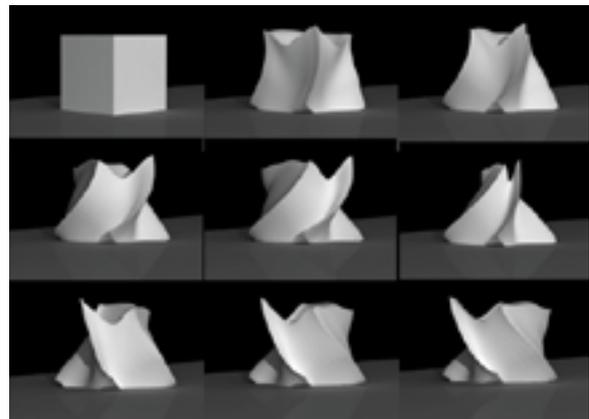


Imagen 1.

## 4. Metodología de trabajo

### 4.1. Proceso de diseño digital: arquitectura de datos + biomimética + bioclimática + sustentable.

El objetivo primario de este proyecto consiste en la generación de una piel arquitectónica bioclimática que actúe como un ser vivo respondiendo en tiempo real a condiciones ambientales, permitiendo un mayor confort interior mediante la regulación de factores como temperatura, radiación y humedad.

¿Por qué *arquitectura de datos*? Porque se plantea la generación de un hiperorganismo que se alimenta de información, la procesa y vuelve a liberarla (INPUT-OUTPUT), constituyendo una retroalimentación basada en las variaciones de parámetros predefinidos. La interpolación de datos se realiza mediante scripts programados que permiten resultados no predecibles.

¿Por qué *arquitectura biomimética* ? Porque este

hiperorganismo reaccionará a factores ambientales como lo hace un ser vivo, utilizando los recursos naturales en la medida justa y necesaria de la misma manera en que lo realiza la naturaleza.

¿Por qué *arquitectura bioclimática* ? Porque constituye un organismo de adaptabilidad al medio ambiente que cambia su configuración en tiempo real en un proceso de adecuación y utilización positiva de los factores ambientales.

¿Por qué *arquitectura sustentable* ? Porque la utilización de la energía solar permite prescindir de medios mecánicos que erosionan el medioambiente, para lograr condiciones de confort en los espacios interiores.

¿En que consistió el proceso de diseño?

Se partió del estudio de la epidermis vegetal (interfase entre el medio ambiente y el organismo vivo), para transpolar la información en una analogía entre el comportamiento de un ser vivo frente a factores ambientales y una piel arquitectónica que actúe de la misma manera. (Essau, C. )

El vegetal actúa frente a estímulos externos (lumínicos, térmicos, etc.): cambia el espesor de sus hojas, rotan en dirección a la fuente lumínica, las flores se abren, las estomas se ensanchan o contraen y varían en su profundidad, etc.

Ésta piel arquitectónica imitará estos comportamientos. Se determinaron tres parámetros ambientales: temperatura, radiación y humedad, diseñándose variaciones morfológicas en relación a dichos parámetros. Los cambios estarán dados por una modificación en su espesor, diferentes grados de apertura y /o profundidad de sus poros y variaciones en su forma inicial.

Se tomaron luego datos reales de temperatura, radiación y humedad para la ciudad de Córdoba, Argentina, durante el año 2004.

El sistema de interconexión entre datos y forma se logra utilizando el lenguaje de programación de 3DMax Scripts.

Se incorporan en el ordenador los datos numéricos y será la herramienta digital la encargada de interpolar los mismos, generando un resultado no predecible.

Los valores se convierten en parámetros de la variación

de esta piel en determinados períodos: diarios, mensuales, anuales.

## 4.2. Materialización: piel inteligente

La presente etapa en este proceso de investigación, tiene como fin la materialización de lo que hemos denominado “**PIEL INTELIGENTE**”: la cual estará realizada con materiales inteligentes, los que responden a un estímulo exterior, cambiando sus propiedades e incluso su forma. Consiste en un sistema de ingeniería hecho por el hombre que mimetiza la habilidad de la naturaleza para reaccionar ante estímulos exteriores.

El esquema conceptual de comportamiento de esta piel estaría conformado por un sensor, que constituye los sentidos que captan el estímulo; un control o cerebro que procesa la información y un actuador que actúa como un músculo reaccionando frente a este estímulo. (López García & Carnicero López, 2003 )

Se ha organizado el proceso en tres sistemas:

- a) el sistema de sensores que captarán el dato/estímulo
- b) el sistema estructural
- c) el sistema de combinación de materiales que conformarán la envolvente, y que responderán a dichos estímulos.

Dentro del primero se plantea la combinación de sensores ultrasónicos, termomagnéticos y de humedad y células fotovoltaicas los cuales permitirán total autonomía de la red eléctrica a nuestra “piel inteligente”.

En cuanto al sistema estructural existen dos alternativas: por un lado una estructura neumática, en la que el aire está contenido por una membrana para formar elementos estructurales inflados; y por otro, una estructura telescópica formada por tubos telescópicos y articulaciones móviles que sea portante o bien que se tome a una estructura principal conformando una subestructura.

Y por último la envolvente consiste en una combinación de materiales y/o mecanismos que respondan a los factores ambientales considerados: membranas, paneles, mecanismos de insuflación o succión de aire, poros o aberturas de ventilación e iluminación, etc.

La investigación plantea la posibilidad de realizar una matriz paramétrica que combine los diferentes sistemas, materiales y mecanismos generando múltiples resultados. Con esto queremos manifestar que hoy no existe una sola solución al problema planteado, si no que existen múltiples posibilidades en función de la tecnología disponible y necesidades del momento. Así mismo, dejamos abierta la matriz, para poder incorporar nuevos descubrimientos de inmediato y combinarlos con los anteriores.

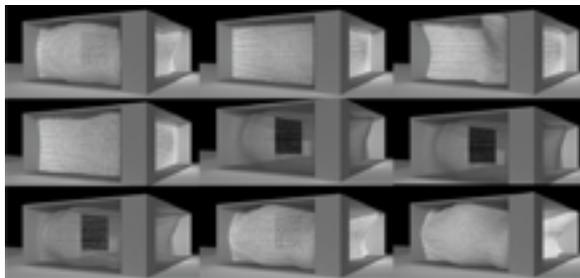


Imagen 2.

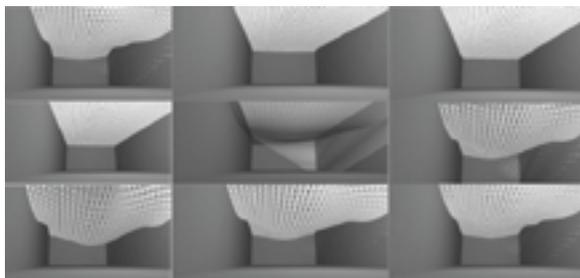


Imagen 3.

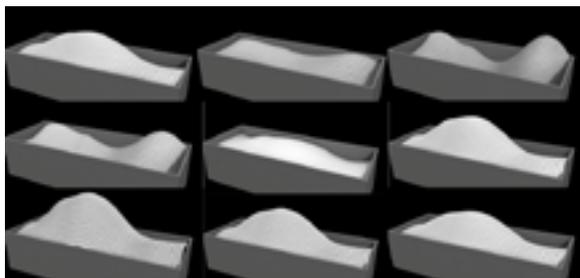


Imagen 4.

## 5. Experimentación final

Para una profundización en la resolución de esta piel inteligente, hemos seleccionado una combinación dentro de esta matriz.

Se plantea un prototipo capaz de albergar múltiples actividades y ser localizado en diversos sitios, pudiendo constituirse en kioscos de playa, pabellones para exposiciones, refugios de montaña, etc.

### 5.1. Sistema inteligente

El sistema inteligente constará de una combinación de sensores inalámbricos de humedad, termomagnéticos y ultrasónicos y un sistema fotovoltaico.

Éste último consiste en transformar directamente la energía lumínica del Sol en energía eléctrica por medio de las Celdas fotovoltaicas. El impacto medioambiental de las fuentes de energía renovables es reducido, sobre todo en lo que concierne a las emisiones de contaminantes al aire y al agua. Al disminuir la necesidad de obtención de energía a través de otras fuentes más contaminantes, contribuyen a la disminución de las emisiones de gases responsables del efecto invernadero y de la lluvia ácida. Es la fuente renovable más respetuosa con el medio ambiente. Los sistemas fotovoltaicos no producen emisiones ni ruidos o vibraciones. Además, producen energía cerca de los lugares de consumo, evitando las pérdidas que se producen en el transporte.

De esta manera generaríamos la energía necesaria para el funcionamiento de la piel inteligente.

### 5.2. Sistema estructural

El sistema estructural constará de una estructura neumática constituida por elementos inflados de material tenso-resistente, en donde el aire actúa como elemento de soporte de membranas que actúan frente a cargas de compresión.

Los elementos inflados a modo de vigas se tomarán a una plataforma inferior. Dentro de ésta se alojarán los elementos de insuflación de aire, los cuales generarán una presión constante que permita la estabilidad del sistema estructural.

De esta manera se disocian los elementos estructurales que permanecerán fijos y actuarán frente a las cargas y los elementos de cerramiento (malla/envolvente), que tendrán una mayor libertad de movimiento dentro del sistema.

Este módulo podrá adosarse a otro si se requiere un espacio de mayores dimensiones.

### 5.3. Envoltente

Se plantea una combinación de membranas en una red o trama que permita múltiples variaciones con un mínimo de patrones de corte para lograr una racionalización en el uso de los materiales.

Cada módulo poseerá una válvula que permita la insuflación de mayor o menor cantidad de aire, logrando que actúen independientemente de los demás.

Las membranas (ETFE, PTFE, GORETEX+CAPILENE) (Koch & Habermann, 2004) responderán a los factores climáticos considerados (temperatura, radiación y humedad) según sus cualidades mecánicas y/o estéticas.

### 6. Conclusiones

El trabajo apunta al desarrollo de la arquitectura del siglo XXI, y por lo tanto al logro de un mayor confort interior de los espacios, con lo cual se producirá un avance de la calidad de vida.

A través del proceso de diseño de un sistema de dichas características, es necesaria la colaboración de diferentes disciplinas, como diseño arquitectónico, ingeniería en materiales, programación de software, ingeniería estructural, haciéndose imprescindible un trabajo especializado interdisciplinario.

Consideramos que existe un quiebre evidente entre el proceso de diseño digital y la materialización. Los

recursos tecnológicos actuales hacen imposible la generación de una piel que se comporte monóticamente frente a los factores planteados. Esto hace necesario la disociación de las respuestas en diversos mecanismos lo que generan una pérdida enorme de riqueza conceptual y formal propia de la idea primaria.

Creemos que los avances acelerados en cuanto a tecnología de materiales permitirán en un futuro una materialización más acabada y acertada de este hiperorganismo (quizás en el campo de las investigaciones de nuevos materiales compuestos y nanotecnologías).

“Los sistemas informáticos no deberían concebirse sólo como una ayuda al diseño sino como un acelerador de la evolución y una fuerza generativa”( Pongratz & Perbellini, 2002)

“Buscamos liberar el proceso creativo en el estudio del diseño...” (Keane & Keane, 2002) entendiendo que las nuevas tecnologías informáticas constituyen un campo abierto para la crítica y análisis de potencialidades. Esta mirada intenta explorar las conexiones entre la arquitectura y las técnicas informáticas. A través de este concepto se busca la reflexión y el debate sobre el hacer y el imaginar la arquitectura contemporánea.

### Referencias

Sustersic, P. 2002. *La arquitectura de la realidad virtual* A+A. Barcelona.

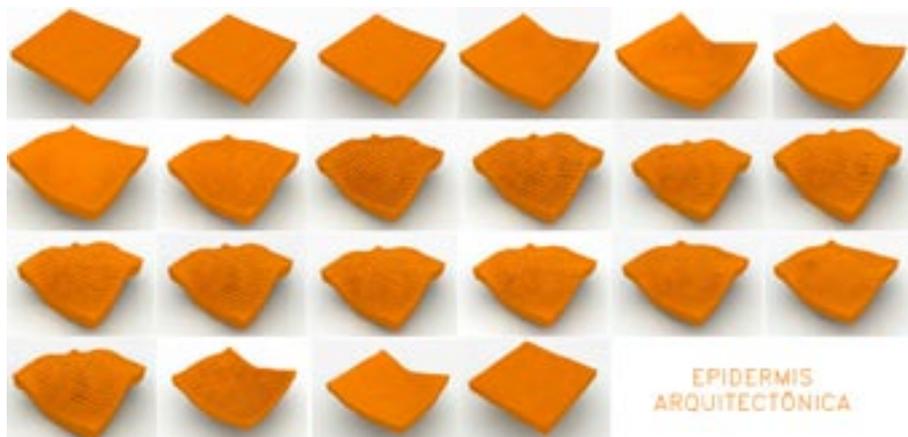


Imagen 5.

- Saggio, A. 2002. *La Revolución de la Tecnología de la Información en Arquitectura*. A+A. Barcelona.
- Dahmen-Ingenhoven, R. *Animation*. Basel, Switzerland
- Zellner, P. *Hybrid Space: Generative Form and Digital Architecture*
- Benyus, J.M. *BIOMIMICRY: Innovation Inspired by Nature*.
- Essau, C. *Anatomía Vegetal*.
- López García, O. & Carnicero López, A. 2003. Materiales inteligentes I/II - Introducción a los materiales del siglo XXI- en *Anales de mecánica y electricidad*. Noviembre-Diciembre 2003.
- Koch K.M. & Habermann K.J. 2004. *Membrane Structures*, Prestel
- Pongratz, C. & Perbellini, M.R. 2002. *Repensando los supuestos tradicionales de la arquitectura*. A+A. Barcelona
- Keane, L. & Keane, M. 2002. *El proceso de diseño arquitectónico*. A+A. Barcelona.



**Arquitecta Sabrina Klor**

*5 años de experiencia en trabajos en 3D Studio Max, renders, animaciones.*

*Tesis de grado: Investigación sobre nuevos procesos de diseño digitales aplicados a la arquitectura.*

*Ayudante de alumnos Cátedra de Arquitectura IA, Universidad Nacional de Córdoba*



**Arquitecta Maria Celeste Ibarrola**

*2 años de experiencia en estudio de ingeniería y arquitectura*

*Tesis de grado: Investigación sobre nuevos procesos de diseño digitales aplicados a la arquitectura.*

*Ayudante de alumnos Cátedra de Arquitectura II, Universidad Nacional de Córdoba*



**Arquitecta Vanesa Iozzo**

*Experiencia en empresa constructora*

*Tesis de grado: Investigación sobre nuevos procesos de diseño digitales aplicados a la arquitectura.*